



## **АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ СОРТООБРАЗЦОВ ТОМАТА И ПЕРЦА**

**Лапин А.А., Тенькова Н.Ф., Игнатова С.И., Бухарова А.Р., Бухаров А.Ф.**

*Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНц РАН*

*ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства РАСХН*

***Повышенное содержание антиоксидантов в плодах томата и перца является показателем, определяющим их пищевую ценность как продуктов лечебно-профилактического назначения. В результате проведенных исследований выявлен уровень проявления антиоксидантной активности у различных образцов томата и перца. Установлено, что антиоксидантная активность сока перца в 2-2,5 раза выше, чем у сока томата. Максимальная антиоксидантная активность отмечена у гибридов с розовой и малиновой окраской плода №603 и Галактика, и линий перца, полученных путем межвидовой гибридизации - №624, №1713.***

**О**дной из причин преждевременного старения человеческого организма, лучевой болезни, токсикозов, заболеваний сердечно-сосудистой системы, различных видов злокачественных опухолей, нейродегенеративных заболеваний являются свободные радикалы, возникающие в организме человека в результате окисления органических высокомолекулярных соединений. И хотя ученые и врачи ищут методы для предупреждения и лечения этих заболеваний, эффективные лекарственные средства пока отсутствуют.

Помочь нашему организму можно, включая в питательный рацион овощи и фрукты – источники антиоксидантов.

Антиоксиданты – это вещества, способные тормозить процессы радикального окисления, и тем самым снижать выход продуктов этого окисления: гидропероксидов, спиртов, альдегидов, кетонов, жирных кислот и т.д.

В результате проведенных наблюдений учеными из Гарвардской медицинской школы выяснилось, что тот, кто регулярно ест томаты и изготовленные из них продукты, менее подвержен риску заболевания раком. Это связано с тем что, этот овощ содержит вещество, очень важное для защиты тканей различных органов от вредных воздействий, – каротиноид ликопин, которому томат обязан своим красным цветом. Ликопин, как и его хорошо известный сородич Р-каротин (содержа-

щийся в красных и оранжевых фруктах и овощах), является предшественником витамина А, но антиоксидантная активность ликопина вдвое выше, чем у Р-каротина. По данным Национального онкологического института США, первое место по содержанию ликопина занимают кетчуп и томатный соус для пиццы (до 20 мг на 100 г продукта). На втором месте спелые свежие и консервированные томаты и томатный сок (до 10 мг на 100 г).

Благодаря комплексному сочетанию витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и ряда других соединений, плоды томата рекомендуются использовать в качестве лечебно-диетического средства больным с нарушением обмена веществ, при пониженной кислотности желудочного сока, заболеваниях печени, сердечнососудистой системы и особенно в тех случаях, когда имеются нарушения процесса обмена калия в организме. Чтобы получить суточную дозу витамина С, провитамина А, железа и калия достаточно ежедневно употребить 150-200 г свежих плодов. Органические кислоты и нежная клетчатка плодов усиливают секрецию желудочного сока и перистальтику кишечника, поэтому томат входит в рацион питания больных атонией кишечника [2].

Не менее ценными по вкусовым качествам, богатству содержания витаминов, других биологически активных веществ являются плоды перца. Плоды перца представляют собой естественный поли-

витаминный концентрат, сочетающий высокое содержание аскорбиновой кислоты (100-400 мг%), Р – активных веществ (70-380 мг%) и провитамина А (до 2 мг%), витаминов группы В, фолиевую и никотиновую кислоты. Суточная потребность человека в этих витаминах легко удовлетворяется при ежедневном потреблении 20-60 г перца, то есть практически для этого достаточно бывает одного плода. Наличие в мякоти перца большого комплекса витаминов, позволяет использовать перец в качестве диетического и лекарственного продукта при малокровии, цинге, утомляемости, гипо- и авитаминозах, для возбуждения аппетита и стимуляции пищеварения. Использование его целесообразно при тяжелых физических и психологических нагрузках. Сок перца сладкого способствует укреплению волос и ногтей, улучшению работы сальных желез и слезных протоков, в смеси с морковным соком хорошо очищает кожу от пятен [4].

В связи с широким распространением томата и перца как овощных культур и универсальным использованием их плодов в пищевой промышленности, их высокими вкусовыми качествами и диетическими свойствами, актуальным является создание сортов и гибридов специального назначения с высоким содержанием антиоксидантных веществ, влияющих на их биологическую активность и продолжительность хранения. Использование современных методов определения биохимиче-

ских показателей способствует повышению их эффективности в селекции овощных культур и прогнозированию степени проявления тех или иных признаков у сортов томата и перца при их выращивании в различных условиях защищенного грунта.

Целью исследования была сравнительная оценка суммарного содержания антиоксидантов в соках разных образцов томата и перца.

### **Материалы и методы**

Образцы томата и перца урожая 2006 года выращены в теплицах Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства.

Проанализированы 23 образца (12 – томата, 11 – перца): свежих, целых, здоровых, не поврежденных вредителями, плотных, не перезревших, по форме и вкусу типичных для данного сорта или гибрида, без механических повреждений и солнечных ожогов.

Антиоксидантную ёмкость (АОЕ) образцов определяли кулонометрическим методом [3], который позволяет определять суммарное количество антиоксидантных веществ в биологических жидкостях и экстрактах плодов и овощей.

**Подготовка образцов:** промытые пло-

стоянной силе тока 53,3 мА из водного 0,2 М раствора KBr в 0,1 М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с определением конца титрования вольтамперметрической индикацией с двумя поляризованными электродами из инертного металла ( $\Delta E=900$  мВ). Рабочий и вспомогательный электроды углесталловые, вспомогательный электрод – катод отделен полупроницаемой перегородкой от анодного пространства ячейки.

**Кулонометрическое определение** проводили следующим образом. В ячейку объемом 50 мл вводили 20 мл фоновой раствора, опускали электроды и включали генераторную цепь. По достижении определенного уровня потенциала измерения в ячейку вводили аликвоту исследуемого образца сока перца или томата 0,2 мл. Конечную точку титрования фиксировали по достижению первоначального значения индикаторного потенциала. При этом прибор показывал время достижения первоначального значения индикаторного потенциала  $t$  от момента включения генераторной цепи после перемешивания введенного объема

$Q = 100tI/1000V$  аликвоты, где  $I$  – сила тока генераторной цепи в мА (для прибора она составляла 53,3 мА при диапазоне чувствительности 10); Валиквоты – объем аликвоты исследуемого образца в мл.

Абсолютно сухой остаток в соке перца или томата определяли при температуре сушки 105°C до постоянной массы.

Полученные результаты подвергались статистической обработке. При оценке результатов из 5 определений использовали значения среднего арифметического  $\bar{X}$ , стандартного отклонения  $\Delta X$  и относительного стандартного отклонения  $S_x$ . Для выбора доверительного интервала среднего значения полагали  $p = 0,95$ .

### **Результаты и их обсуждение**

Содержание сухого вещества в соках, содержание свободных антиоксидантов в исследуемых образцах (антиоксидантную ёмкость образцов) в кулонах  $Q$  на 100 мл образца и суммарная концентрация антиоксидантов (QEA) в мМ и ммоль/г в пере-

### **1. Абсолютно сухой остаток (С), антиоксидантная ёмкость сока томата (Q) и концентрации антиоксидантов (QEA)**

№	Образцы	Окраска плода	С, %	Q, Кл	S <sub>x</sub>	QEA	
						ммоль/г	мМ
1	F <sub>1</sub> Красная стрела - St	Красная	5,19	116,99±5,06	0,02	0,14	7,22
2	F <sub>1</sub> Диво - St	Красная	5,47	130,59±1,87	0,01	0,15	8,05
3	F <sub>1</sub> №552	Красная	4,93	114,33±6,13	0,02	ОД 4	7,05
4	F <sub>1</sub> № 553	Красная	4,71	110,06±4,80	0,02	0,14	6,79
5	F <sub>1</sub> №566	Красная	4,44	103,94±1,87	0,01	0,14	6,41
6	F <sub>1</sub> №597	Малиновая	5,49	124,19±6,40	0,02	0,14	7,66
7	F <sub>1</sub> № 603	Малиновая	5,17	173,23±4,00	0,01	0,21	10,68
8	F <sub>1</sub> № 604	Желтая	6,14	158,30±4,26	0,01	0,16	9,76
9	F <sub>1</sub> №614	Оранжевая	5,74	137,78±4,53	0,01	0,15	8,50
10	F <sub>1</sub> № 635	Розовая	4,55	124,99±5,60	0,01	0,17	7,71
11	F <sub>1</sub> Леля	Красная	5,27	152,17±15,46	0,01	0,18	9,38
12	F <sub>1</sub> Галактика	Розовая	5,90	166,56±6,40	0,02	0,17	10,27

ды томата и перца измельчались и тщательно гомогенизировались. Сок отжимался центрифугированием при 5000 об./мин. в течение 5 минут.

Анализируемые образцы титровали кулонометрически электрогенерированным бромом.

Электрогенерацию брома осуществляли на кулонометре «Эксперт 006» при по-

аликвоты исследуемого образца Валиквоты, введенной в измерительную ячейку.

По результатам титрования рассчитывали суммарное содержание свободных антиоксидантов в исследуемых образцах (АОЕ образцов) в кулонах  $Q$  на 100 мл образца по формуле:

счете на сухую массу сока томата или перца приведено в таблицах 1 и 2.

Максимальную антиоксидантную активность (табл. 1) проявил сок малинового гибрида томата №603 и сок розового гибрида Галактика. Среди гибридов с красной окраской плода по антиоксидантной активности выделился гибрид Леля и на его

## 2. Абсолютно сухой остаток (С), антиоксидантная емкость сока перца (Q) и концентрации антиоксидантов (QEA)

№	Образцы	С, %	Q, Кл	Sx	QEA	
					ммоль/г	мМ
1	Сорт Виктория - St	3,71	228,12±6,40	0,01	0,38	14,07
2	F <sub>1</sub> №1621	3,81	251,84±12,79	0,01	0,41	15,53
3	F <sub>1</sub> № 11	3,47	252,11 ±2,93	0,01	0,45	15,55
4	F <sub>1</sub> № 393	3,41	268,90±4,26	0,01	0,49	16,58
5	Сорт Зухра	3,30	270,50±5,60	0,01	0,50	16,68
6	F <sub>1</sub> № 614	3,80	289,95±7,73	0,01	0,47	17,88
7	F <sub>1</sub> № 222	3,60	332,32±10,66	0,01	0,57	20,49
8	F <sub>1</sub> №218	3,80	349,38±2,93	0,003	0,57	21,55
9	F <sub>1</sub> № 540	4,09	360,04±6,93	0,01	0,54	22,20
10	F <sub>1</sub> № 1713 - острый	3,84	426,67±6,40	0,01	0,68	26,31
11	F <sub>1</sub> № 624 - сладкий	3,98	428,26±5,33	0,01	0,66	26,41

уровне показал себя гибрид с желтой окраской плода №604. Самую низкую антиоксидантную активность проявили соки гибридов №553, №566.

Среди изученных образцов перца максимальную антиоксидантную активность (табл. 2) проявили соки межвидовых гибридов мексиканского и колумбийского перца №624 и №1713 [5]. По содержанию антиоксидантов в пересчете на сухую массу выделились еще гибриды №222 и №218 имеющие одинаковые значения. Самую низкую антиоксидантную активность проявил сок сорта Виктория.

Наблюдающийся в мире высокий интерес к изучению антиоксидантов в растениях привел к тому, что на протяжении 25-30 последних лет предпринимаются попытки создания различных методик суммарной антиоксидантной активности ингибиторов свободнорадикальных реакций. Идея определения суммарной антиоксидантной активности имеет смысл, так как позволяет определять интегральную составляющую, характеризующую потенциальную возможность действия всех антиоксидантов, присутствующих в образцах не по отдельности, а в совокупности их взаимодействия между собой в сложной биологической системе, учитывая синергизм их совместного антиоксидантного действия.

Содержание свободных антиоксидантов в пересчете на кверцетин, рассчитанный в единицах QEA (Quercetin Equivalent

Antioxidant), аналогичен показателю TAE, введенному в работе [6], которое отличается от понятия TAEC (Trilox Equivalent Antioxidant Capacity), используемого в работах [7-9]. TAE данного образца представляет собой величину, равную количеству трилокса, который нейтрализует столько же катион-радикалов диаммониевой соли 2,2'-азинобис (3-этилбензотиазолин-6-сульфоновой кислоты), что и исследуемый образец. Кверцетин, на наш взгляд, более доступный реагент, чем трилокс и более распространенный в растениях, пищевых продуктах и напитках природный антиоксидант. Он является более чем двухэлектронным восстановителем, значение TAE для него равно 2,4 [6].

В настоящей работе QEA образца представляет собой величину, равную количеству кверцетина, которое нейтрализует столько же генерируемого брома, что и исследуемый образец.

Кверцетин способен нейтрализовать одну молекулу брома или 2 радикала брома, то его эквивалент будет равен молекулярной массе М деленной на 2, т.е.  $324,23/2 = 162,145$ .

Суммарную концентрацию антиоксидантов (QEA) в мМ предлагается рассчитывать по формуле:

$$MM = Q \times 10xK/162,145,$$

Суммарную концентрацию антиоксидантов (QEA) в ммоль/г в пересчете на су-

хую массу экстрактов образцов рассчитывали по формуле:

$$\text{ммоль/г} = Q \times K/Cx \ 162,145,$$

К – коэффициент пересчета, определяемый экспериментально анализом в одинаковых условиях с исследуемыми образцами свежеприготовленных спиртовых растворов кверцетина, он показывает величину кверцетина в мг эквивалентную 1 кулону; С – содержание сухого остатка в экстрактах образцов: приведены в таблицах 1, 2.

### Выводы

В результате проведенных исследований выявлен уровень проявления антиоксидантной активности у различных образцов томата и перца. Установлено, что антиоксидантная активность сока перца в 2-2,5 раза выше, чем у сока томата. Максимальная антиоксидантная активность отмечена у гибридов с розовой и малиновой окраской плода №603 и Галактика, и линий перца, полученных путем межвидовой гибридизации – №624, №1713.

Повышенное содержание антиоксидантных веществ в плодах перспективных образцов томата и перца является показателем, определяющим их пищевую ценность, высокие потребительские свойства, как продуктов лечебно-профилактического назначения

### ЛИТЕРАТУРА

1. С.Ф. Гавриш. Томаты.- М: НИИОЗГ, ООО «Изд-во Скрипторий 2000», 2003. -184 с.
2. В.А. Борисов, С.С. Литвинов, А.В. Романова. Качество и лежкость овощей – М: ГНУ ВНИИ Овощеводства, 2003. – 625 с.
3. Н.П. Тимофеев, А.А. Лапин, В.Н. Зеленков. Оценка качества лекарственного сырья левзеи сафлоровидной методом бромной антиокислительной емкости. //Бутлеровские сообщения. 2006. т. 8, № 2 – С. 35-40.
4. В.Ф. Пивоваров, М.И. Мамедов, Н.И. Бочарникова. Пасленовые культуры в Нечерноземной зоне России (томат, перец, баклажан, физалис). – М., 1997. – 293 с.
5. А.Р. Бухарова, А.Ф. Бухаров Анализ наследования и формообразования при межвидовой гибридизации перца. // Сборник научных трудов ВНИИССОК. – М., 2003. -В 38

6. Ю.В. Гелетий, Ж.Ж.А. Балавуэн., О.Н. Ефимов, В.С. Куликова. Определение суммарной концентрации и активности антиоксидантов в пищевых продуктах. Биоорганическая химия, 2002, том 28, № 6, С. 551-566.
7. Государственная фармакопея СССР. Вып.2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье /МЗ СССР. Не 1юд., доп. М.: Медицина, 1989. 398с.
8. ГОСТ 1938-85. Чай. Правила приемки методы анализа. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001 г., 9 с.
9. Фархутдинов Р.Р. Изучение антиокислительной активности продуктов природного происхождения.// Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: Сборник Научных трудов. Вып. 10. М.: Изд-во РАЕН-МААНОИ, 2003. С. 108-121.